

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра физики сплошных сред**



Рабочая программа дисциплины

ВЗРЫВ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

направление подготовки: **03.04.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	72	32			38				2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Руководитель программы,
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	4
5. Перечень учебной литературы.	6
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	6
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	7
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	7

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «**Взрыв и новые материалы**» имеет своей целью изучение магистрантами свойств и физических характеристик современных материалов, способов получения необходимых свойств с помощью взрывных технологий, а также основ материаловедения. В рамках данной дисциплины формируются основные представления о физической сути процессов, происходящих при получении новых материалов с помощью взрывных технологий (сварки взрывом, взрывного компактирования, детонационного напыления).

Цели курса — сформировать у студентов определенную систему знаний, навыков и умений в постановке и решении задач, связанных с использованием специализированных знаний в области физики для освоения профильных физических дисциплин и способность проводить научные экспериментальные исследования в избранной области — в части изучения свойств и физических характеристик современных материалов, способов получения необходимых свойств с помощью взрывных технологий, а также основ материаловедения.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики при решении поставленных задач в научно-исследовательской деятельности в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p> <p>ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать основные уравнения теории кумулятивных процессов и свойств материалов под действием интенсивных импульсных нагрузок, а также термодинамическое описание процессов при высоких давлениях и температурах.</p> <p>Уметь находить необходимые справочные материалы для описания поведения материалов при сжатии и пользоваться полуэмпирическими методами описания уравнения состояния и ударной адиабаты вещества.</p> <p>Владеть основами методов получения новых материалов с помощью взрывных технологий (сварки взрывом, взрывного компактирования, детонационного напыления), а также методами решения теоретических задач, возникающих в рамках механики импульсных процессов.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «**Взрыв и новые материалы**» является одной из дисциплин по выбору по направлению подготовки 03.04.02 Физика (профиль подготовки «Общая и фундаментальная физика»). Дисциплина «**Взрыв и новые материалы**» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата. Студенты, приступающие к изучению этой дисциплины, должны обладать предварительными знаниями основ общей физики, механики, термодинамики, физики сплошных сред, математического и функционального анализа, дифференциальных уравнений, векторного и тензорного анализа.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	72	32			38				2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: контрольные вопросы на знание материала предыдущей лекции, контроль посещаемости.

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- самостоятельная работа в течение семестра, не включая период сессии – 38 часов;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачет) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, дифференцированный зачет) составляет 34 часа.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Дисциплина «Взрыв и новые материалы» представляет собой полугодовой курс, читаемый в магистратуре физического факультета НГУ во втором семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение: свойства и характеристики материалов.	1	4	2		2	

2	Новые материалы, композиты, слоистые системы, модифицированные структуры.	2	6	2		4	
3	Традиционные технологии и место взрыва, экстремальное нагружение и импульсное воздействие.	3	4	2		2	
4	Сварка взрывом.	4	6	2		4	
5	Свойства ВВ.	5	6	2		4	
6	Физические эффекты сварки взрывом.	6	4	2		2	
7	Взрывное компактирование.	7	4	2		2	
8	Исследование свойств компактов.	8	4	2		2	
9	Компактирование волокнистых систем.	9	4	2		2	
10	Ультрадисперсные алмазы.	10	4	2		2	
11	Роль временного фактора в случае динамического нагружения.	11	4	2		2	
12	Детонационное напыление.	12	4	2		2	
13	Учет не идеальности детонации в реализации режимов напыления.	13	4	2		2	
14	Детонационный процесс в газозвеси твердых частиц.	14	4	2		2	
15	Механизм образования покрытия.	15	4	2		2	
16	Управляющие программы для детонационного напыления.	16	4	2		2	
17	Дифференцированный зачет	17	2				2
Всего			72	32		38	2

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

1. Физические свойства и служебные (эксплуатационные) характеристики материалов. (2 часа)
2. Новые материалы, композиты, слоистые системы, модифицированные структуры. (2 часа)
3. Традиционные технологии и место взрыва, экстремальное нагружение и импульсное воздействие. (2 часа)
4. Сварка взрывом. История открытия. Схемы реализации, плоский и осе симметричный случай. Методы регистрации процесса, область существования. (2 часа)
5. Свойства ВВ. Влияние физических свойств свариваемых материалов. (2 часа)
6. Природа соединения при сварке взрывом. Физические эффекты, волнообразование на границе контакта. Промышленная технология и примеры использования биметалла. (2 часа)
7. Взрывное компактирование порошковых материалов. Модель порошковой среды и особенности ударноволновых процессов при различных схемах нагружения. (2 часа)
8. Исследование свойств компактов. Примеры использования. Твердость, прочность (адгезия, когезия), усталостная прочность. Пористость, микроструктура. Остаточные напряжения. (2 часа)
9. Компактирование композиционных волокнистых систем. Продольные и поперечные схемы нагружения. Влияние газового состава среды. Прогнозирование и измерение прочностных характеристик. Практическое использование армированных композитов. (2 часа)
10. Ультрадисперсные алмазы. Фазовая диаграмма состояний углерода. (2 часа)
11. Роль временного фактора в случае динамического нагружения. Химический состав ВВ и влияние атмосферы. Особенности состояния углерода в УДА и методы его идентификации. Промышленная технология и примеры использования УДА. (2 часа)

12. Детонационное напыление. Сравнительные характеристики термических методов нанесения покрытий. Температура и скорость газового потока – определяющие параметры для напыления порошков. Программа расчета параметров самоподдерживающейся газовой детонации.
13. Учет не идеальности детонации в реализации режимов напыления. (2 часа)
14. Детонационный процесс в газозвеси твердых частиц. Параметры порошковых частиц на вылете из ствола установки для напыления. Стратификация состава смеси по длине ствола - расширение технологических возможностей процесса. (2 часа)
15. Механизм образования покрытия. Диффузионно-временные критерии. Задача о тепловой релаксации на шероховатой подложке. Динамическая составляющая взаимодействия частицы с подложкой и коллективные эффекты. (2 часа)
16. Управляющие программы для детонационного напыления. Циклограммы режимов, синхронное манипулирование. Обработка деталей типа вал, кольцо, конус, плоскость. Роль шероховатости на примере покрытий из самофлюсующегося хром никелевого сплава. (2 часа)

Самостоятельная работа студентов (38 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение материалов лекций и теоретического материала, не освещаемого на лекциях	38

5. Перечень учебной литературы.

1. Физика взрыва / Ф.А. Баум, Л.П. Орленко, К.П. Станюкович [и др.]; под ред. К.П. Станюковича, Изд. 2-е, перераб. Москва : Наука, 1975 (7 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

1. В. Ю. Ульяницкий. Методические указания для работы с программами расчета параметров газовой детонации. - Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, <http://www.hydro.nsc.ru/education/departments/fss/Lih.pdf>;
<http://www.hydro.nsc.ru/education/departments/fss/Deton.pdf>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

программы LIH и DETON для расчета параметров газовой детонации (разработчик: В.Ю. Ульяницкий, Новосибирск, ИГиЛ СО РАН)

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используются аудитории, оборудованные всем необходимым для чтения лекций (доска, экран, компьютер, мультимедийный проектор), в том числе стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации, в том числе аудиторный фонд ИГиЛ СО РАН, являющегося базовым институтом для кафедры физики сплошных сред.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ, а также для обучающихся организован доступ к библиотечному фонду ИГиЛ СО РАН.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе семестра путем контроля посещаемости занятий и проведения выборочных опросов по материалам предыдущих лекций.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит при проведении дифференцированного зачета. Зачет проводится в конце семестра по перечню вопросов в устной

форме. Вопросы подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации. Критерии и шкалы оценивания индикаторов достижения результатов обучения отражены в Таблице 10.2.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать основные уравнения теории кулулятивных процессов и свойств материалов под действием интенсивных импульсных нагрузок, а также термодинамическое описание процессов при высоких давлениях и температурах.	Опрос в начале каждой лекции, дифференцированный зачет.
ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Уметь находить необходимые справочные материалы для описания поведения материалов при сжатии и пользоваться полуэмпирическими методами описания уравнения состояния и ударной адиабаты вещества. Владеть основами методов получения новых материалов с помощью взрывных технологий (сварки взрывом, взрывного компактирования, детонационного напыления), а также методами решения теоретических задач, возникающих в рамках механики импульсных процессов.	Опрос в начале каждой лекции, дифференцированный зачет.

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Взрыв и новые материалы».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно

			значительное количество негрубых ошибок.	несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.2	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Список вопросов, выносимых на дифференцированный зачет

1. Традиционные технологии и место взрыва, экстремальное нагружение и импульсное воздействие.
2. Сварка взрывом. История открытия.
3. Свойства ВВ.
4. Природа соединения при сварке взрывом. Промышленная технология и примеры использования биметалла.
5. Взрывное компактирование порошковых материалов.
6. Модель порошковой среды и особенности ударноволновых процессов при различных схемах нагружения.
7. Ультрадисперсные алмазы. Фазовая диаграмма состояний углерода.
8. Ультрадисперсные алмазы. Роль временного фактора в случае динамического нагружения.
9. Детонационное напыление. Сравнительные характеристики термических методов нанесения покрытий.
10. Механизм образования покрытия. Диффузионно-временные критерии.
11. Механизм образования покрытия. Задача о тепловой релаксации на шероховатой подложке.
12. Механизм образования покрытия. Динамическая составляющая взаимодействия частицы с подложкой и коллективные эффекты.

-
1. Сварка взрывом. Схемы реализации, плоский и осе симметричный случай.
 2. Сварка взрывом. Методы регистрации процесса, область существования.
 3. Сварка взрывом. Влияние физических свойств свариваемых материалов.
 4. Природа соединения при сварке взрывом. Физические эффекты, волнообразование на границе контакта.

5. Компактирование композиционных волокнистых систем. Продольные и поперечные схемы нагружения.
6. Компактирование композиционных волокнистых систем. Влияние газового состава среды.
7. Компактирование композиционных волокнистых систем. Прогнозирование и измерение прочностных характеристик.
8. Детонационный процесс в газозвеси твердых частиц. Параметры порошковых частиц на вылете из ствола установки для напыления.
9. Детонационный процесс в газозвеси твердых частиц. Стратификация состава смеси по длине ствола - расширение технологических возможностей процесса.
10. Исследование свойств компактов. Примеры использования.
11. Оптимизация процесса напыления с помощью программы «ЛН».
12. Расчет равновесных параметров детонации с помощью программы «DETON».

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Взрыв и новые материалы»
по направлению подготовки 03.04.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного